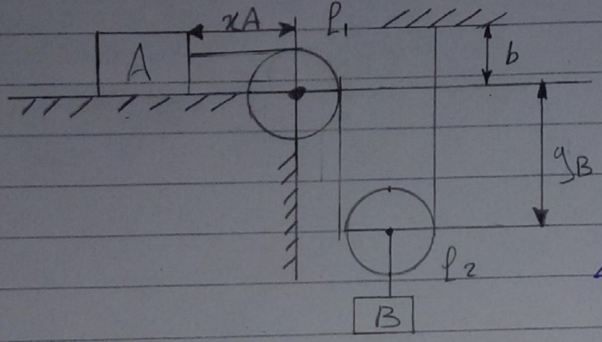
الحركات المستقيمة الغير مستقلة للجسيمات

عندما تترابط حركة جسم بحركة جسم آخر أو عدة أجسام أخرى نقول عن حركة أنها حركة غير مستقلة



$$l = x_A + 2y_B + l_1 + l_2 + b$$

$$x_A + 2y_B = 0 \Rightarrow const$$

$$\dot{x}_A + 2\dot{y}_B = 0$$

$$v_A = -2v_B$$

$$a_A + 2a_B = 0$$

$$\left.\begin{aligned} x_{A_1} + 2y_{B_1} &= const \\ x_{A_0} + 2y_{B_0} &= const \end{aligned}\right\} \Rightarrow \Delta x_A + 2\Delta y_B = 0$$

ملاحظة:

نحذف نظرياً ما فوق البكرة لاعتباره ثابتاً ونأخذ المقادير المتحركة.

أولاً: نلاحظ أن الجملة مكونة من عدة حبال وليس حبلاً واحداً ويكون طول الحبل الواحد ثابت. الحبل الأول: يخرج من البكرة A الى البكرة العليا فيلتف عليها وينزل الى C ثم يصعد

فيكون $y_A + 2y_C = Const$

بالاشتقاق $v_A + 2v_C = 0$

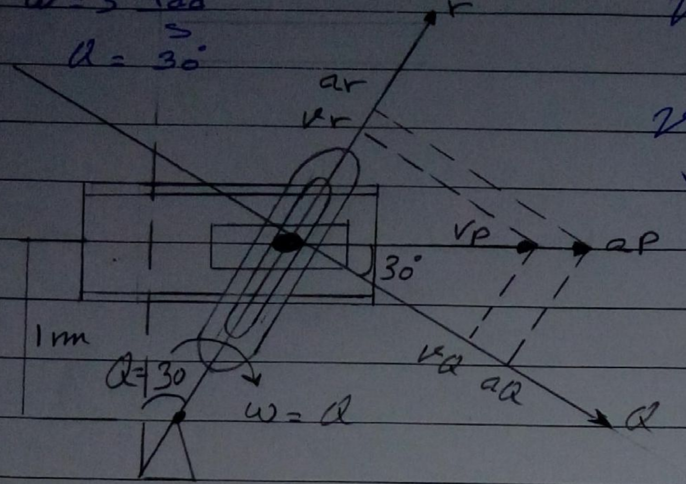
مسألة:

يدور الحد (O,A) بسرعة زاوية ثابتة مع عقارب الساعة مما يؤدي إلى حركة المنزلقة P ضمن المجرى المحدد له كما هو مبين بالشكل أوجد سرعة وتسارع المنزلقة P والموافقة $\theta=30$ أوجد المركبات القطبية

$v_r, v_\theta, a_\theta, a_r, \dot{r}, \dot{\theta}, \ddot{r}, \ddot{\theta}$

$\omega = 3 \ \frac{rad}{s}$

$\theta = 30^\circ$



$$v_p = \sqrt{v_r^2 + v_\theta^2}$$

$$v_r = \dot r \ , \ v_\theta = r.\dot\theta$$

$$r = \frac{1}{\cos 30} = \frac{2}{\sqrt3} \ m$$

$$v_\theta = \frac{2}{\sqrt3} . 3 = 2\sqrt3 \ m.s^{-1}$$

$$v_p = \frac{v_\theta}{\cos 30} = \frac{2\sqrt3 \times 2}{\sqrt3} = 4 \ m.s^{-1}$$

$$\dot r = v_r = v_p . \sin 30 = 4 . \sin 30 = 2 \ m.s^{-1}$$

$$a_p = \sqrt{a_r^2 + a_\theta^2}$$

$$a_r = \ddot r - r.\dot\theta^2 \ , \ a_\theta = r.\ddot\theta - 2\dot r.\dot\theta$$

$$a_\theta = 2\dot r.\dot\theta = 2 \times 2 \times 3 = 12 \ m.s^{-2}$$

$$a_p = \frac{a_\theta}{\cos 30} = a_p = \frac{12 \times 2}{\sqrt3} = \frac{24}{\sqrt3} = 8\sqrt3 \ (m.s^{-2})$$

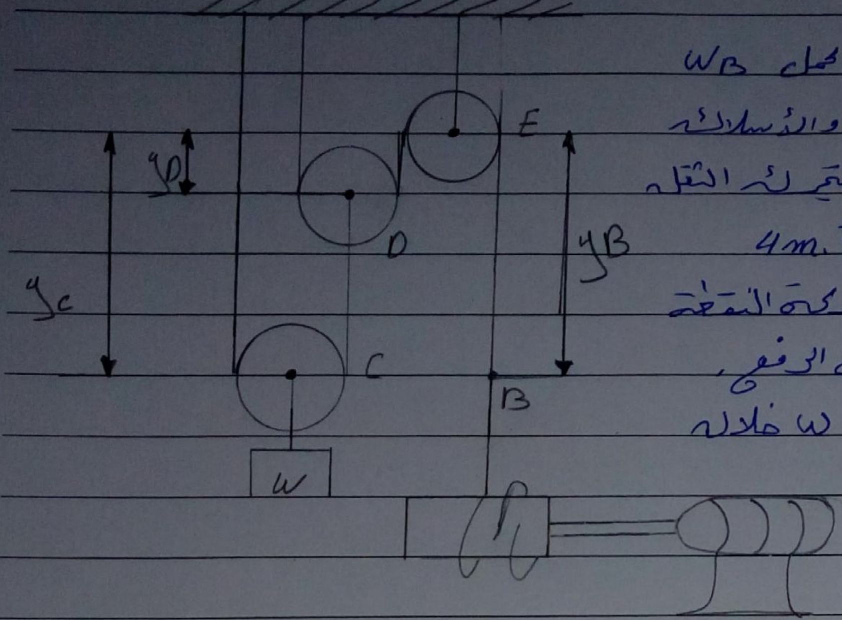
$$a_r = a_p . \sin 30 = 8\sqrt3 . \sin 30 = 4\sqrt3 \ m.s^{-2}$$

$$a_r = \ddot r - r.\dot\theta^2 \Rightarrow 4\sqrt3 = \ddot r - \frac{2}{\sqrt3} \times 9 \Rightarrow \ddot r = 10\sqrt3 \ m.s^{-2}$$

ملاحظة: نسمي $\ddot r$ تسارع نسبي ، r : [illegible] ،

نعوض عن $\ddot\theta = 0$ لأنه $\omega = \dot\theta = const$

مسألة 4 صـ 156



يقوم محرك كهربائي برفع الحمل W_B بمساعدة مجموعة من البكرات والأسلاك كما هو مبين في الشكل حيث يتحرك الثقل B للأعلى بسرعة مقدارها $4\,m.s^{-1}$

المطلوب: حساب سرعة حركة النقطة C من السلك التابع لمجموعة الرفع، مقدار التغير في ارتفاع الحمل W خلال خمس ثواني.

تعطى العلاقة:

$$v_B = t^2 + 2t \ (m.s^{-1})$$

$$2y_C - y_D = const_1$$

نشتق ⇒

$$2y_D + y_B = const_2$$

$2v_C - v_D = 0 \ldots (1)$ ، $2a_C - a_D = 0 \ldots (2)$ ⇒ $2\Delta y_C - \Delta y_D = 0 \ldots (3)$

$2v_D + v_B = 0 \ldots (4)$ ، $2a_D + a_B = 0 \ldots (5)$ ، $2\Delta y_D + \Delta y_B = 0 \ldots (6)$

من 4 نجد ⇐ $v_D = -\frac{v_B}{2}$ ⇐ $v_D = -\frac{1}{2}(t^2 + 2t)$

نعوض في (1) ⇐ $v_C = v_W = \frac{v_D}{2} \Rightarrow -\frac{1}{4}(t^2 + 2t)$

$a_C = a_W = \frac{dv_W}{dt} = -\frac{1}{4}(2t+2) \Rightarrow a_W = -\frac{1}{2}(t+1)$ ⇐ نخرج 2 عامل مشترك

$$v_B = \frac{dy_B}{dt} \Rightarrow \int_{y_0}^{y} dy_B - \int_{0}^{5} v_B\,dt$$

$$\Delta y_B = \frac{t^3}{3} + 2\frac{t^2}{2} = \frac{t^3}{3} + t^2$$

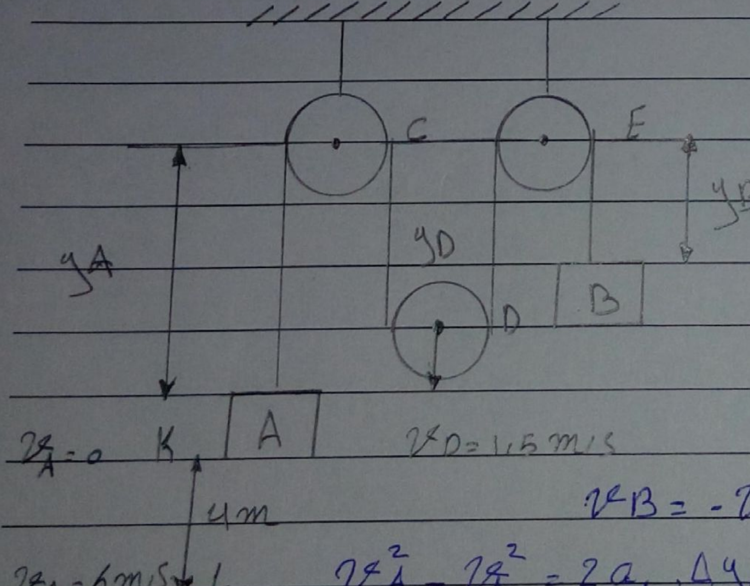
$$\Delta y_D = \frac{-\Delta y_B}{2} = -\frac{1}{2}\left(\frac{t^3}{3} + t^2\right)$$

$$\Delta y_E = \Delta y_w = \frac{\Delta y_D}{2} \Rightarrow \Delta y_w = -\frac{1}{4}\left(\frac{t^3}{3} + t^2\right) = -\frac{1}{4}\left(\frac{5^3}{3} + 5^2\right) = -16\ m.s^{-1}$$

مسألة 16-2 صفحة 106

كتلتان A و B متصلتان بحبل يمر على ثلاث بكرات C ، D ، E كما في الشكل حيث البكرتان C و E مثبتتان بينما بكرة D تتحرك إلى الأسفل بحركة منتظمة بسرعة قدرها ($V_D = 1.5\ m.s^{-1}$) وعند الزمن ($t = 0$) تبدأ الكتلة A في التحرك إلى الأسفل من الموضع K بتسارع ثابت وبدون سرعة ابتدائية ، فإذا كانت سرعة الكتلة A عند مرورها بالموضع L هي ($V_A = 6\ m.s^{-1}$) المطلوب ، إيجاد التغير في الارتفاع وسرعة الكتلة B وتسارعها عند مرور الكتلة A بالموضع L علماً أنه ($KL = 4\ m$)

الحل.



$$y_A + 2y_D + y_B = const$$

$$v_A + 2v_D + v_B = 0 \ldots (1)$$

$$a_A + 2a_D + a_B = 0 \ldots (2)$$

$$\Delta y_A + 2\Delta y_D + \Delta y_B = 0 \ldots (3)$$

من (1) نجد

$$v_B = -v_A - 2v_D = -6 - 2\times1.5 = -9\ m.s^{-1}$$

$$v_A^2 - v_{A0}^2 = 2a_A \cdot \Delta y_A \Rightarrow$$ حيث $\Delta y_A = KL = 4m$ ،

$$6^2 - 0 = 2a_A \times 4 \Rightarrow a_A = \frac{36}{8} = 4.5\ m.s^{-2}$$

$$a_B = -a_A = -4.5\ m.s^{-2}$$

$\Delta y_D = v_D . t$

$v_A = a.t + v_0 \Rightarrow t = \frac{v_A}{a_A} = \frac{6}{4,5} = 1,33\ s$

$\Delta y_D = 1,5 \times 1,33 = 2\ m$

$\Delta y_B = -2\Delta y_D - \Delta y_A \Rightarrow \Delta y_B = -2\times 2 - 4 = -8\ m$

التغير نحو الأعلى